Volume 4, Number 1, Spring 2025

DOI: 10.22034/mmbj.2025.64222.1128

Comparison of the Effectiveness of Mindfulness Training and Transcranial Direct-Current Stimulation on Sustained Attention and Response Inhibition in Teenage gymnast girls: A Study with the Expectancy Effect

Hossein samadi[*1], Mastoore khorram[2], Mohammad sohbatiha[3]

1,2- Faculty of Psychology and Educational Sciences, Yazd University, Department of Sports Sciences, Yazd University, Yazd, Iran.
3- Department of Physical Education, Farhangian University, Tehran, Iran.

Received Date: 2024 October 27 **Review Date**: 2025 February 23 **Accepted Date**: 2025 February 28 **Published Date**: 2025 June 9

Abstract

In recent years, research has focused on improving executive functions (EFs) through purposeful training to improve athletic performance. Therefore, the aim of this study was to compare the effectiveness of mindfulness training (MT) and Transcranial Direct-Current Stimulation (tDCS) on response inhibition and sustained attention of teenage gymnast girls with a one-month follow-up. 36 skilled gymnast girls with aged 12-15 years were selected as available and were equally (n=12) divided into three groups of MT, tDCS and control. The experimental groups participated in their exercise program for six sessions, and the control group did not do any activity. Go-no go test was used to measure response inhibition and continuous performance test was used to measure sustained attention. In order to analyze the data, the mixed ANOVA test was used using SPSS version 26 software. The findings showed that MT and tDCS improved the participants' sustained attention scores in the post-test phase compared to the control group ($p \leq 0.05$), although the difference between the two experimental groups was not significant ($p \geq 0.05$). In the follow-up phase, a significant difference was observed between the MT group and the other two groups ($p \leq 0.05$), while the MT group performed better. Also, comparing the groups at different stages in response inhibition variable showed a significant difference between the experimental and control groups at each of the post-test and follow-up phases ($p \leq 0.05$). However, no significant difference was observed between the two experimental groups at these stages ($p \geq 0.05$). According to the findings, it can be concluded that both MT and tDCS have an effect on the investigated variables, and MT can be used by athletes as a suitable, low-cost and accessible way.

Keywords: Mindfulness, Transcranial Stimulation, Response Inhibition, Sustained Attention, Gymnastics.

OPEN ACCESS
Copyright ©The authors
Publisher: University of Tabriz

Extended Abstract
Background and Purpose

Executive functions (EFs) play a vital role in athletes' daily performance and sports-related cognitive processes (Sosic-Vasic et al., 2017). In recent years, research has focused on improving executive functions through targeted training to prepare athletes for improved athletic performance. Among emerging interventions, Mindfulness-Based Interventions (MBI)—a third-wave cognitive-behavioral approach—emphasizes present-moment awareness with nonjudgmental acceptance (Nosrat et al., 2022). Focusing one's attention on the present moment in a way that is accompanied by complete and non-judgmental acceptance is the main focus of mindfulness meditation. Another new treatment method is transcranial direct current stimulation (tDCS), a method of non-invasive brain stimulation that can be used to alter the excitability of a neuron's membrane by applying alternating electrical currents to the scalp (Slattery et al., 2022). Although some research suggests that these two interventions may improve EFs, the results are mixed. Due to the critical role of EFs in control and behavioral regulation (Shabahang et al., 2020) and athletes' pursuit of peak performance, this study compared the efficacy of six sessions of mindfulness training (MT) versus tDCS on sustained attention and response inhibition in adolescent female gymnasts, with a one-month follow-up.

Materials and Methods
This quasi-experimental applied research employed a pretest-posttest design with a one-month follow-up. The statistical population of this study included all skilled teenage female gymnasts in Yazd province. 36 participants were selected via voluntary and convenience sampling and randomly assigned to three groups; MT (n=12), tDCS (n=12), and control (n=12). Response inhibition was assessed using the Go/No-Go task, while sustained attention was measured via the Continuous Performance Test (CPT). Participants in the experimental groups (MT or tDCS) participated in their training protocol for six sessions, and the control group did not receive any intervention during this period. Finally, Post-tests and follow-ups were conducted after the final session and one month later, respectively, and the results were recorded.

Results
The findings indicated the significance of the interaction of time * group, the main effect of time and group in all variables ($p < .05$). The examination of the intragroup changes of the three groups using the analysis of variance with repeated measures test showed that there was a significant difference between the stages in each of the experimental groups. Also, between-group comparisons of groups at different stages using one-way analysis of variance for the variable of sustained attention (correct response) showed that there was a significant difference between groups at the post-test ($p=0.002$) and follow-up ($p=0.005$) stages. Post hoc Tukey tests showed that there was a significant difference between the experimental and control groups in the post-test phase ($P<0.05$), but there was no significant difference between the two groups ($P\geq0.05$). In the follow-up phase, a significant difference was observed between the MT group and the other two groups ($p<0.05$), but the difference between the tDCS group and the control group was not significant ($p\geq0.05$).
Comparison of groups at different stages in response inhibition variable (correct response) showed no difference between groups at the pre-test stage ($p=0.36$) and significant difference at the post-test and follow-up stages ($P<0.05$). The results of Tukey's post-test test at each of the post-test and follow-up stages showed significant difference between the experimental and control groups ($p<0.05$). However, no significant difference was observed between the two experimental groups ($p\geq0.05$).

Copyright ©The authors Publisher: University of Tabriz

Conclusion

The aim of the study was to investigate the effectiveness of MT and tDCS interventions on sustained attention and response inhibition in adolescent female gymnasts with a one-month follow-up. According to the results, MT enhanced sustained attention and response inhibition scores in the post-test and follow-up stages. These results are consistent with the findings of Gao & Zhang (2023) on the immediate effect of meditation on improving attentional control and Quach et al. (2016) on the effect of MT on cognitive functions. Researchers believe that MT simultaneously strengthens the elements of attitudes, attention, and intention in an individual, and that improving these components allows them to develop a perspective on experiences that moves away from a judgmental, objective, and unexplained state of thoughts, feelings, and emotions as transient phenomena and toward non-judgmental, receptive thinking, and a sense of flexibility in their mental processes (Olya & Aghababa, 2022; Quach et al., 2016).

The results also showed the effect of tDCS intervention in improving sustained attention and response inhibition in the post-test phase, but the interesting point was the return of scores for both variables to pre-test levels in the follow-up phase. Some studies show that stimulation through electrical current can lead to brain changes by regulating brain-derived neurotrophic factors and cell membrane transporters, creating brain oscillations and inducing neuroplasticity, and is widely used to change the electrophysiological activity of the brain and consequently improve response inhibition and sustained attention in athletes (Amouzadeh et al., 2024). In a general explanation of the effectiveness of tDCS, it can be stated that the prefrontal cortex mediates executive functions. This region is associated with complex cognitions such as selective attention, selective memory, working memory, strategic memory, conceptual reasoning, goal selection, planning, sequencing, and monitoring (Alizadeh et al, 2019).

The results of the study showed that both MT and tDCS led to improvements in sustained attention and response inhibition of participants in the post-test phase, and the effectiveness of the MT program was greater than that of tDCS. Future research should explore combined protocols and longitudinal applications in athletic populations.

Funding

This study received no funding from public, commercial, or nonprofit organizations.

Authors' Contributions

All authors have participated in designing, implementing and writing all parts of the present study.

Conflicts of Interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgement

We sincerely thank all the students who collaborated in this research.

Copyright ©The authors

سال چهارم شماره‌ی ۱
بهار ۱٤۰٤، صفحات

DOI: 10.22034/mmbj.2025.64222.1128

مقایسه اثربخشی تمرینات ذهن‌آگاهی و تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای بر توجه پایدار و بازداری پاسخ دختران ژیمناست نوجوان: مطالعه با اثر انتظار

حسین صمدی*[۱]، مستوره خرم[۲]، محمد صحبتی‌ها[۳]

۲،۱- دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی دانشگاه یزد، بخش علوم ورزشی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
۳- گروه آموزش تربیت‌بدنی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۰۸/۰٦ **تاریخ بازنگری:** ۱٤۰۳/۱۲/۰۵ **تاریخ پذیرش:** ۱٤۰۳/۱۲/۱۰ **تاریخ آنلاین:** ۱٤۰٤/۰۳/۱۹

چکیده

در سال‌های اخیر، پژوهش به منظور بهبود کارکردهای اجرایی از طریق تمرینات هدفمند جهت بهبود عملکرد ورزشی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. لذا هدف این پژوهش، مقایسه اثربخشی تمرینات ذهن‌آگاهی و تحریک فراجمجمه‌ای بر بازداری پاسخ و توجه پایدار دختران ژیمناست نوجوان با پیگیری یک‌ماهه بود. ۳٦ دختر ژیمناست نوجوان ماهر با دامنه سنی ۱۵-۱۲ سال به‌صورت در دسترس انتخاب و به‌طور مساوی (۱۲ نفر) در سه گروه تمرینات ذهن‌آگاهی، تحریک فراجمجمه‌ای و کنترل تقسیم شدند. گروه‌های تجربی به مدت شش جلسه در برنامه تمرینی خود شرکت کردند و گروه کنترل فعالیتی نداشت. جهت سنجش بازداری پاسخ از آزمون برو/نرو و جهت سنجش توجه پایدار از آزمون عملکرد پیوسته استفاده گردید. جهت تحلیل اطلاعات از آزمون تحلیل واریانس مرکب با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲٦ استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که تمرینات ذهن‌آگاهی و تحریک فراجمجمه‌ای باعث بهبود نمرات توجه پایدار شرکت‌کنندگان در مرحله پس‌آزمون نسبت به گروه کنترل گردید ($p<۰/۰۵$)، هرچند تفاوت بین دو گروه آزمایش معنادار نبود ($p>۰/۰۵$). در مرحله پیگیری تفاوت معناداری بین گروه ذهن‌آگاهی با دو گروه دیگر مشاهده شد ($p<۰/۰۵$) که گروه ذهن‌آگاهی اجرای بهتری داشتند. همچنین مقایسه گروه‌ها در مراحل مختلف در خصوص متغیر بازداری پاسخ، نشان دهنده تفاوت معنادار بین گروه‌های آزمایش با کنترل در هر یک از مراحل پس‌آزمون و پیگیری بود ($p<۰/۰۵$). بااین‌وجود، بین دو گروه آزمایش در این مراحل تفاوت معناداری دیده نشد ($p>۰/۰۵$). با توجه به یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت هر دو تمرینات ذهن‌آگاهی و تحریک فراجمجمه‌ای بر متغیرهای مورد بررسی تاثیر داشته‌اند و ذهن‌آگاهی می‌تواند به عنوان راهی مناسب، کم‌هزینه و در دسترس جهت استفاده ورزشکاران قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: ذهن‌آگاهی، تحریک فراجمجمه‌ای، بازداری پاسخ، توجه پایدار، ژیمناستیک.

OPEN ACCESS
Copyright ©The authors
Publisher: University of Tabriz

مقدمه

کارکردهای اجرایی[1] مجموعه‌ای از توانایی‌های سازمان‌دهی و یکپارچه‌سازی می‌باشد که در سطح عصبی و آناتومیکی با مسیرهای متفاوتی مانند قشر پیش‌پیشانی و هیپوکامپ در ارتباط می‌باشد و منجر به کنترل و تسهیل سایر فرآیندهای شناختی می‌شود (Chang, Labban, Gapin, & Etnier, ۲۰۱۲). این سازه شناختی وظایفی مهمی مانند حل‌مساله، توجه، استدلال، سازماندهی، برنامه‌ریزی، حافظه، بازداری پاسخ، کنترل تکانه، حفظ آمایه و تغییر آمایه یادگیری را بر عهده دارد (Heilmann, ۲۰۱۷; Sosic-Vasic et al., ۲۰۲۲Weinberg, & Wollny,). کارکردهای اجرایی در فعالیت‌های روزانه ورزشکاران و ارتقاء عملکرد ورزشی آنان نیز اهمیت حیاتی دارند (Sosic-Vasic et al., ۲۰۱۷). با توجه به علاقه متخصصان علوم ورزشی جهت ارتقاء عملکرد بهینهٔ ورزشی ورزشکاران در رشته‌های مختلف، اخیرا مطالعات روی کارکردهای اجرایی افزایش یافته است. یکی از ابعاد مهم کارکردهای اجراییِ موثر بر سایر حوزه‌های شناختی، توجه می‌باشد (Slattery, Ryan, Fortune, & McAvinue, ۲۰۲۲).

توجه پایدار[2] به توانایی حفظ توجه به یک تکلیف در یک دوره زمانی اشاره دارد که عامل مهمی در کسب و حفظ موفقیت در ورزش شناخته شده و یک توانایی شناختی حیاتی برای عملکرد ورزشی است (Amouzadeh, Bahrami, Rostami, ۲۰۲۱; Reardon, ۲۰۲۳; Gao & Zhang, ۲۰۲٤Moghadam zadeh, & Rahimzadeh,)، زیرا فرد باید توجه خود را تنها به مهم‌ترین و مربوط‌ترین منبع اطلاعاتی معطوف دارند تا اجرای موفق و مؤثری داشته باشد (Charest & Grandner, ۲۰۲۲). به‌علاوه یکی از اصلی‌ترین فرآیندهای کنترل اجرایی، بازداری پاسخ[3] است که در فرآیندهای شناختی و رفتار سازشی پیچیده نقش اساسی داشته و از طریق مهار رویداد غالب و ایجاد فرصت تأمل در تصمیم‌گیری برای پاسخ، سبب اجرای کارآمد وظایف کارکردهای اجرایی و در نهایت ایجاد یک پاسخ کنترل شده و هدفمند می‌شود (Sarvarian, Roshan, ۲۰۲۳MohammadReza, Farahani, & Yaghoubnezhad,)، که نقص آن ممکن است با اختلال در عملکرد ورزشی همراه گردد (Eriksson, ۲۰۲۱).

در سال‌های اخیر پژوهش به منظور بهبود کارکردهای اجرایی از طریق تمرینات هدفمند، برای آماده نمودن ورزشکاران جهت بهبود عملکرد ورزشی مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که مداخلات مختلف همچون نوروفیدبک (Onagawa et al., 2022)، بیوفیدبک (Göçmen et al., 2023)، بازی‌های ویدئویی (Martin-Niedecken et al., 2023) و تحریک فراجمجمه‌ای (Liang etal., 2022, Amouzadeh et al., 2021) و غیره می‌تواند بر عملکرد شناختی و عملکرد ورزشی ورزشکاران مؤثر باشد (Amouzadeh et al., 2021). بنابراین هرگونه مداخله با ویژگی ایمنی بالا، نسبتاً ارزان و قابل‌دسترس و به‌ویژه جذاب موجب بهبود عملکرد شناختی افراد به‌ویژه ورزشکاران و در نتیجه بهبود عملکرد اجرایی و جسمانی گردد، از اهمیت و ضرورت ویژه‌ای برخوردار است (Edwards et al., ۲۰۱۷). یکی از برنامه‌های تمرینی مفید که امروزه جایگاه ویژه‌ای در بالا بردن مهارت‌های شناختی و جسمانی دارد، تمرین مبتنی بر ذهن‌آگاهی[4]

[1] Executive function
[2] Continuous attention
[3] Response inhibition
[4] Mindfulness

Copyright ©The authors

است (Edwards et al., ۲۰۱۷). مداخلات مبتنی بر ذهن‌آگاهی به عنوان یکی از درمان‌های شناختی-رفتاری نسل سوم یا موج سوم قلمداد می‌شود و نوعی از مراقبه است که ریشه در تعالیم و آیین‌های مذهبی شرقی به خصوص بودا دارد (Nosrat, Shahabizadeh, Hormozi, & Ahi, 2022). در این مراقبه، نوعی آرام‌سازی همراه با کنترل موردتوجه است به‌گونه‌ای که هر یک از گستره‌های توجه، عقاید، انتظارات خلق‌وخو و تنظیم هیجانی بر فرآیندهای حسی اثر می‌گذارند (Zadeh, Ajilchi, Salman, & Kisely, ۲۰۱۹). تمرکز توجه فرد به زمان حال به‌نوعی که همراه با پذیرش کامل و غیرقضاوتی باشد، محور اصلی مراقبه ذهن‌آگاهی محسوب می‌شود. برخی پژوهش‌ها نشان نشان می‌دهد مداخلات مبتنی بر ذهن‌آگاهی با افزایش عملکرد شناختی (Gallant, ۲۰۱۶) و حرکتی (Seyfaddini Zarandi et al, 2021) مرتبط است. در همین راستا پژوهش هانتر و همکاران نشان داد آموزش مبتنی بر ذهن‌آگاهی به تقویت توانایی شناختی و حافظه‌کاری کمک می‌کند (Hunter et al., ۲۰۱۸). همچنین ژائو و زنگ در پژوهش خود در یک مسابقه تیراندازی با واقعیت مجازی روی ۷۸ ورزشکار دانشگاهی نشان دادند حتی ۲۰ دقیقه تمرینات ذهن‌آگاهی قبل از مسابقه، کنترل توجه ورزشکاران را در طول مسابقات افزایش می‌دهد. آن‌ها به طور قابل توجهی، فعال‌سازی قوی‌تری در قشر جلوی پیشانی پشتی جانبی[1] (dlPFC) سمت چپ و راست و اتصال عملکردی بیشتر dlPFC سمت راست نشان دادند (Gao & Zhang, ۲۰۲۳). مطالعات نشان داده‌اند که این نوع برنامه اثرات مثبتی بر شاخص‌های فیزیولوژیکی (سطوح کورتیزول بزاقی و پاسخ‌های ایمنی)، روانی (کاهش اضطراب) و عملکرد ورزشی (تیراندازی و پرتاب دارت) دارند (Bühlmayer, Birrer, Röthlin, Faude, & Donath, ۲۰۱۷; Samadi, Sadat Hoseini, & Bidaki, ۲۰۱۶). نکته قابل‌ذکر این است اکثر مطالعات انجام‌شده در ارتباط با ذهن‌آگاهی، بر جنبه‌های فیزیولوژیکی یا روان‌شناختی مرتبط با ورزش‌های نیازمند حرکات ظریف (مثلاً تیراندازی) تأکید کرده‌اند، مطالعات کمی وجود دارد که اثر مداخله ذهن‌آگاهی را در فعالیت‌های نیازمند حرکات درشت (مانند ژیمناستیک) بررسی کرده باشند (De Petrillo, Kaufman, Glass, & Arnkoff, ۲۰۰۹).

از جمله دیگر روش‌های درمانی جدید تحریک فراجمجمه‌ای جریان متناوب (tDCS)[2] است که روشی برای تحریک غیرتهاجمی مغز است که می‌تواند برای تغییر تحریک‌پذیری غشای یک نورون با اعمال جریان‌های الکتریکی متناوب به پوست سر استفاده شود (Slattery et al., ۲۰۲۲). تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز یک روش درمانی عصبی است که یک جریان مستقیم و ضعیف را به مناطق قشر مغز وارد نموده و فعالیت‌های خود به خودی مغز را تسهیل یا مهار می‌کند. در واقع، این روش طی یک دهه گذشته به طور گسترده مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته و یک جایگزین غیرتهاجمی، ارزان و بی‌خطر برای تغییر حساسیت قشر مغزی از طریق تغییر پتانسیل بقیه سلول‌های عصبی در آن است (Nosrat et al., ۲۰۲۲). اگرچه بررسی پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد این شیوه، ممکن است کارکردهای اجرایی و مهارت‌های حرکتی را بهبود بخشد (Amouzadeh et al., ۲۰۲٤)، با این حال نتایج متفاوت است. برای مثال نتایج مطالعه دای و همکاران در بررسی اثرات حاد تحریک جریان مستقیم فراجمجمه آندال بر زمان واکنش، مهار پاسخ و توجه ۱٦ شمشیرباز نشان دهنده بهبود قابل توجه مهار پاسخ و تخصیص توجه به دنبال تحریک فراجمجمه‌ای آندال بود، با این حال هیچ بهبود آماری معناداری در زمان واکنش و توجه انتخابی وجود

[1] dorsolateral prefrontal cortex
[2] transcranial direct current stimulation

Copyright ©The authors

نداشت (Dai, Xiao, Chen, Gu, & Xu, ۲۰۲٤). همچنین داسیلوا ماچادو و همکاران در مطالعه خود دریافتند که تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز بر پاسخ‌های روانی فیزیولوژیکی در ورزشکاران تاثیری ندارد و اثر تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه‌ای مغز در سایر نواحی مغز مانند قشر پیش‌پیشانی پشتی جانبی، ممکن است نتایج متفاوتی را نشان دهد و باید توسط مطالعات آینده مورد مطالعه قرار گیرد (da Silva Machado et al., ۲۰۲۱).

با توجه به نقش مهم کارکردهای اجرایی در کنترل و هدایت رفتار (Shabahang, Abedanzadeh, & Ramezanzadeh, ۲۰۲۰) و این که در ورزش حرفه‌ای ورزشکاران دائماً به‌دنبال پیشرفت و مهارت بالاتر در رشته ورزشی خود هستند، طراحی برنامه‌های مداخله‌ای هدفمند (بخصوص مداخلات غیردارویی مؤثر همچون درمان‌های رفتاری، شناختی و آموزش‌های عصب-روانشناختی) جهت تقویت ارتقاء عملکرد عصبی و توانایی مغز برای دستیابی به عملکرد ورزشی مطلوب ضروری است. همچنین علیرغم نیاز به بررسی اثرات بلندمدت مداخلات (کارایی)، مطالعات اندکی به پیگیری برنامه‌های تمرینی خود پرداخته و تنها اثرات آنی (اثربخشی) برنامهٔ خود را گزارش کرده‌اند. بعلاوه با توجه به تناقض در مطالعات پیشین، مطالبات و الزامات رشته‌های مختلف ورزشی و به دلیل کمبود پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه مقایسه اثربخشی تمرینات ذهن‌آگاهی و تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای، هدف پژوهش مقایسه اثربخشی شش جلسه تمرینات ذهن‌آگاهی و تحریک الکتریکی فراجمجمه بر توجه پایدار و بازداری پاسخ دختران ژیمناست با پیگیری یک ماهه بود.

مواد و روش‌ها

طرح پژوهش

روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی از لحاظ هدف کاربردی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون و پیگیری یک‌ماهه بود که در آن به مقایسه اثربخشی تمرینات ذهن‌آگاهی و تحریک فراجمجمه‌ای بر بازداری پاسخ و توجه پایدار دختران ژیمناست نوجوان پرداخته شد.

جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه ژیمناست‌های دختر نوجوان ماهر استان یزد بود که دارای مقام استانی بودند. جهت انتخاب نمونه آماری از روش نمونه‌گیری در دسترس و داوطلبانه استفاده شد که تعداد ۳٦ نفر به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. از معیارهای ورود به پژوهش می‌توان به عدم مشکلات جسمی و ذهنی، سلامت جسمانی (قلبی، عروقی، اسکلتی، عضلانی) و عدم شرکت هم‌زمان در ورزش‌های دیگر اشاره کرد. معیارهای خروج نیز شامل عدم شرکت در جلسات تمرین بود.

ابزار اندازه‌گیری

پرسشنامه ویژگی‌های جمعیت شناختی: جهت گردآوری اطلاعات اولیه شرکت‌کنندگان شامل سؤالاتی از قبیل سن، وزن، سابقه ورزشی و ... از این پرسشنامه استفاده شد.

آزمون برو-نرو: نسخه اولیه این آزمون توسط هافمن (۱۹۹۳) طراحی گردیده و شامل دو دسته محرک برای سنجش بازداری پاسخ است. آزمودنی‌ها باید به دسته‌ای از محرک‌ها پاسخ دهند (برو) و از پاسخدهی به دسته دیگر خودداری کنند (نرو). بعد از آشنایی با آزمون، کوشش‌های اصلی ارائه می‌شود که تعداد کل محرک می‌تواند از ٤۰ تا ۲۰۰ مورد باشد. از آنجایی که تعداد

Copyright ©The authors

محرک‌های برو معمولاً بیشتر از محرک‌های نرو است، آمادگی برای ارائه پاسخ در فرد بیشتر است. عدم بازداری مناسب یا خطای ارتکاب به معنی انجام پاسخ حرکتی در هنگام ارائه محرک غیرهدف است. در این آزمون محرک برو به شکل هندسی مثلث هست که در بین دیگر اشکال هندسی (نرو) در وسط صفحه مانیتور به مدت ۵۰۰ میلی ثانیه ارائه می‌شود و آزمودنی باید پس از مشاهده آن، هر چه سریعتر با فشار دادن دکمه Space روی صفحه کلید به آن پاسخ دهد (Sarvarian et al., ۲۰۲۳). این آزمون برای سنین مختلف استفاده شده و روایی و پایایی آزمون در پژوهش‌های مختلف به تایید رسیده است (Fathipoor & Rezaee., 2023). پایایی ابزار در پژوهش حاضر با روش بازآزمایی ۰/۸٤ محاسبه شد.

آزمون عملکرد پیوسته: این آزمون رایانه‌ای، توجه پایدار و گوش‌به‌زنگ بودن را ارزیابی می‌کند. در این فرم آزمون رایانه‌ای ۱۵۰ محرک که شامل عدد یا حروف است، یکی‌یکی بر روی صفحه کامپیوتر نمایش داده می‌شود و فرد باید تعداد ۳۰ محرک را که به‌عنوان محرک هدف هستند، انتخاب کند. هر محرک به مدت ۲۰۰ هزارم ثانیه و بافاصله یک ثانیه با محرک بعدی ارائه می‌شود. روایی و پایایی ابزار در پژوهش‌های مختلف به تایید رسیده است (*Khanjankhani et al.,* ۲۰۲٤). در پژوهش حاضر نیز همسانی درونی آن به روش آلفای کرونباخ ۰/۸۷ محاسبه شد.

دستگاه تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای: دستگاه مورداستفاده در این تحقیق مدل نورواستیم و محصول شرکت مدینا طب گستر و مؤسسه علوم شناختی سینا بود. این دستگاه از سال ۲۰۱۵ روانهٔ بازار شد و جهت ارائه تحریک فراجمجمه‌ای با جریان الکتریکی طراحی‌شده است و می‌تواند ۵ نوع تحریک مختلف شامل تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان مستقیم، تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان متناوب، تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان پالس، تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با جریان مستقیم- نوسانی و تحریک الکتریکی فراجمجمه‌ای با نویز تصادفی را ارائه دهد. دستگاه دارای دو کانال کاملاً مجزا است و هر کانال به‌طور مستقل از دیگری قابل تنظیم و اعمال انواع تحریک است. پارامترهای مختلف تحریک از قبیل شدت‌جریان، زمان و فرکانس قابل تنظیم است (Shabahang et al., ۲۰۲۰).

روش اجرا

روش اجرای پژوهش حاضر بدین‌صورت بود که بعد از انتخاب نمونه موردنظر، جهت گردآوری اطلاعات اولیه آزمودنی‌ها از پرسشنامه ویژگی‌های فردی شامل سؤالاتی از قبیل سن، وزن، سابقه ورزشی و ... استفاده شد. همچنین فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش در انتهای پرسشنامه ویژگی‌های فردی ضمیمه و توسط والدین امضاء گردید. به‌منظور گردآوری داده‌ها ابتدا پیش‌آزمون با استفاده از آزمون‌های توجه پایدار و بازداری پاسخ به عمل آمد و بر اساس نتایج پیش‌آزمون به‌صورت تصادفی شرکت‌کنندگان در سه گروه ۱۲ نفره تمرینات ذهن‌آگاهی، تحریک الکتریکی فراجمجمه مغز و کنترل طبقه‌بندی شدند. سپس شرکت‌کنندگان گروه‌های تجربی به مدت شش جلسه به‌صورت یک روز در میان در پروتکل تمرینی مشخص خود شرکت کردند و گروه کنترل در این مدت مداخله‌ای دریافت نکرد. در نهایت پس از آخرین جلسه تمرینی مطابق پیش‌آزمون، پس‌آزمون به عمل آمد و به فاصله یک ماه از پس‌آزمون شرکت‌کنندگان در آزمون پیگیری شرکت کردند و نتایج ثبت گردید. لازم به ذکر است که آزمودنی‌های گروه‌های آزمایش در طول مرحله پس‌آزمون تا پیگیری هیچگونه مداخله‌ای را دریافت نکردند. پروتکل

Copyright ©The authors

تمرینات ذهن‌آگاهی در پژوهش حاضر مطابق با دپتریلو و همکاران ارائه شد (De Petrillo et al., ۲۰۰۹). این پروتکل در شش جلسه ۲۰ دقیقه‌ای به‌صورت گروهی آموزش داده شد که تمرینات در جدول زیر ارائه شده است

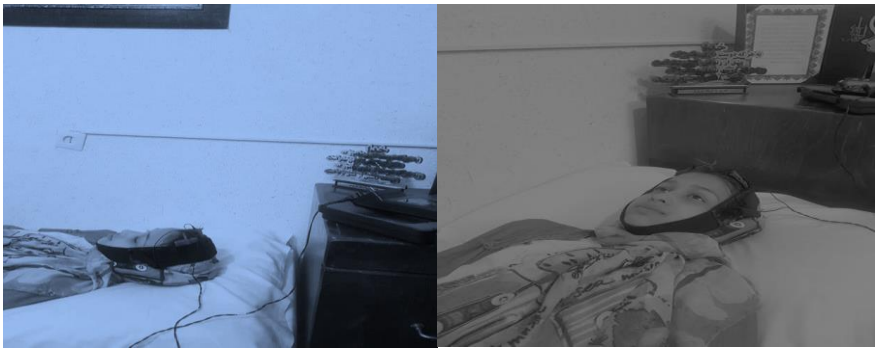
جدول ۱. پروتکل مداخله ذهن‌آگاهی

جلسه session	برنامه Program
اول و دوم	مقدمه و درآمدی بر تمرین توجه بر تنفس و تمرین آگاهی از بدن و تمرین پذیرش صداها که به شرح زیر است: تمرین کشمش، تمرین توجه برتنفس و تمرین آگاهی از بدن، آغاز تمرین با تمرکز بر تنفس کوتاه، دادن بازخورد و بحث در مورد وارسی بدنی، ایجاد توانایی پذیرش صداها: شنیدن صداها بدون قضاوت و آموزش ذهن خود برای کم‌تر تحت تأثیر قرارگرفتن تجارب گذشته و پیش‌داوری، ماندن در زمان حال با روش مراقبه شنیدن، ارائه تکلیف خانگی.
سوم و چهارم	درآمدی بر تمرین رهایی از افکار و تمرین توجه به جسم رنجور و مرور جلسات قبل که به شرح زیر است: آموزش توجه به ذهن، افکار مثبت و منفی، خوشایند یا ناخوشایند بودن افکار، اجازه دادن به ورود افکار منفی و مثبت به ذهن و به‌آسانی خارج کردن آن‌ها از ذهن بدون قضاوت و توجه عمیق به آن‌ها، بررسی فشارها و نیروهای منفی جسمی، آموزش آگاهانه کنترل بر فشارها، انجام کار رضایت‌بخش، تمرین وارسی بدن، مرور تکالیف منزل.
پنجم و ششم	درآمدی بر تمرین توجه بر هیجانات ناخوشایند و ذهن‌آگاهی سرشار از آرامش و نیک‌بختی و مرور جلسات قبل که به شرح زیر است: بررسی افکار و احساسات مرتبط با اتفاقات ناخوشایند و گفت‌وگو درباره مقاومتی که در مقابل آن‌ها داریم. تمرین حس کردن به مفهوم خودکارآمدی و راه‌های افزایش آن، انجام تمرین‌های گوش سپاری و ادراک زمان، مرور تکالیف منزل، تمرین وقایع ناخوشایند و گفت‌وگو درباره آن، جست‌وجوی هیجان‌های ازدست‌رفته، مروری بر ذهن قضاوت کننده و گفت‌وگو درباره آن، تمرین ذهن‌آگاهی احساسات، گفت‌وگوی خود خجالتی، گفت‌وگو با احساسات، تمرین خودکارآمدی، مروری بر مراقبت از خود، انتخاب گزینه های مراقبت از خود، ارتباط فعالیت و خلق، تمرین منظم حضور ذهن به منظور حفظ تعادل و آرامش در زندگی. مرور تکالیف منزل.

پروتکل تمرینات گروه تحریک فراجمجمه برای هر آزمودنی شش جلسه حدود ۲۰ دقیقه‌ای ۲ میلی آمپری تحریک الکتریکی فراجمجمه ای مغز در ناحیه قشر پیش‌پیشانی پشتی جانبی بود به نحوی که الکترود آندی در ناحیه قشر پیش‌پیشانی پشتی جانبی چپ و الکترود کاتدی در ناحیه قشر پیش‌پیشانی پشتی جانبی راست قرار گرفت که این نوع تحریک در مطالعات قبلی نیز از نظر ایمنی مورد تایید قرار گرفته بود (Morya et al., ۲۰۱۹; Seidel & Ragert, ۲۰۱۹). ناحیه موردنظر برای تحریک از طریق اندازه‌گیری سر به دست می‌آید. برای این کار معمولا از سیستم ۱۰/۲۰ EEG[1] استفاده می‌شود (Khorram, Sheikh, & Samadi, ۲۰۲٤).

[1] Electroencephalogram

Copyright ©The authors Publisher: University of Tabriz



شکل ۱. نحوه تحریک الکتریکی فراجمجمه در پژوهش حاضر

تحلیل آماری

به‌منظور سازمان دادن، خلاصه کردن و توصیف اندازه‌های نمونه از آمار توصیفی (فراوانی، درصد، میانگین و انحراف معیار) و به‌منظور آزمون فرض‌های آماری با توجه به تعداد نمونه پژوهش و تأیید پیش‌فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها (با استفاده از آزمون شاپیرو- ویلک) از آزمون تحلیل واریانس مرکب با اندازه‌گیری تکراری با طرح ۳*۳ استفاده شد. لازم به ذکر است در این تحقیق از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ در سطح خطای ۰/۰۵ استفاده گردید.

ملاحظات اخلاقی

قبل از انجام مداخله، خانواده افراد نمونه فرم رضایت‌نامه شرکت داوطلبانه در پژوهش را امضا نمودند و به افراد اطمینان داده شد که اطلاعات محفوظ بوده و نتایج بدون نام منتشر می‌شوند.

یافته‌ها

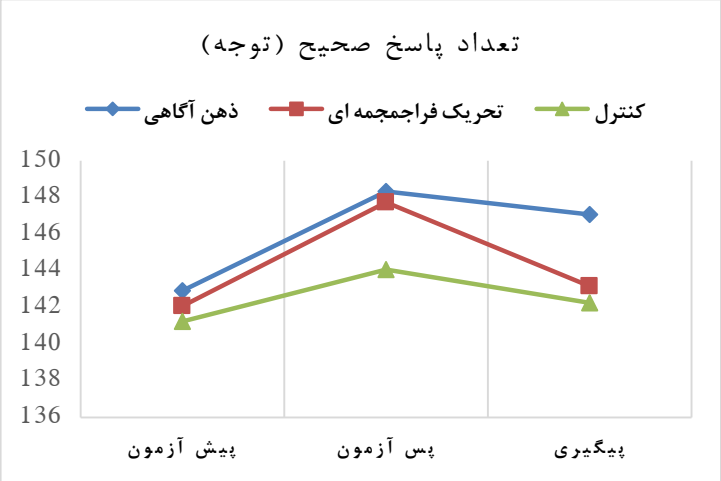
در جدول شماره ۲ اطلاعات جمعیت شناختی آزمودنی‌ها ارائه‌شده است.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های جمعیت شناختی شرکت‌کنندگان

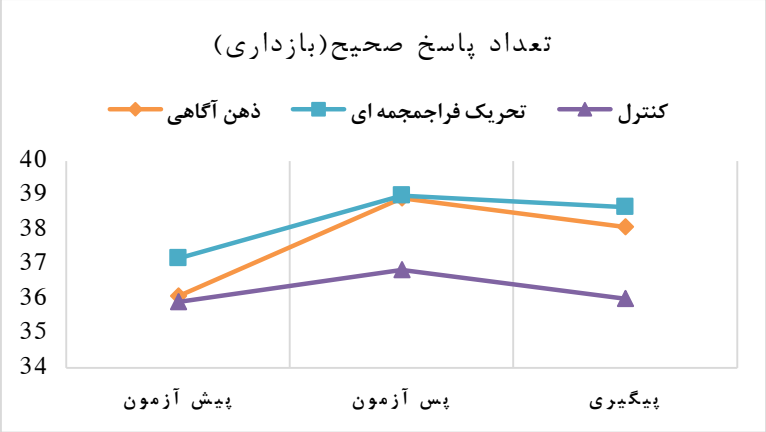
گروه	سن (سال)	سابقه ورزشی (سال)	وزن(کیلوگرم)	قد(سانتی متر)
ذهن‌آگاهی	۱۳/۱۲±۱/۷۶	۵/۶۳±/۸۱	٤٤/۱۲±۳/۳۰	۱۵۵/٤۵±۳/۲۵
تحریک فراجمجمه‌ای	۱۲/۸۰±۱/۷۹	۵/۰۸±/۲۱	٤۲/۸۰±۳/۱۵	۱۵٤/۲۰±٤/۲۰
کنترل	۱۳/٤۳±۲/۰۸	۵/٤۲±/۸۰	٤۳/٦۰±۳/۲۷	۱۵۷/۳۰±۳/۱۵

در شکل شماره ۱ و ۲ به ترتیب تغییرات نمرات آزمودنی‌های سه گروه در دو متغیر بازداری پاسخ و توجه پایدار (پاسخ صحیح) در مراحل پیش‌آزمون تا پیگیری را نشان داده شده است.

Copyright ©The authors



شکل ۱. تغییرات نمرات توجه پایدار (پاسخ صحیح) آزمودنی های سه گروه در مراحل پیش‌آزمون تا پیگیری



شکل ۲. تغییرات نمرات بازداری پاسخ (پاسخ صحیح) آزمودنی های سه گروه در مراحل پیش‌آزمون تا پیگیری

مقایسه نمرات آزمودنی‌های سه گروه در سه زمان پیش‌آزمون تا پیگیری در همه متغیرهای موردمطالعه با استفاده از آزمون آماری تحلیل واریانس مرکب با طرح ۳*۳ استفاده شد. با در نظر گرفتن مفروضه‌های این آزمون نتایج در جدول شماره ۳ آمده است.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس مرکب برای ارزیابی درون- بین گروهی گروه‌ها در مراحل مختلف

متغیر	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	مقدار اف	معنی‌داری	ضریب اتا
توجه پایدار (پاسخ صحیح)	زمان	۳۸۸	۲	۱۹٤	۳۲	۰/۰۰۰۵*	۰/٤۹
	گروه	۲۳۱	۲	۱۱۵	۵	۰/۰۱*	۰/۲٤
	زمان* گروه	۷۱	٤	۱۸	۹۳/۲	۰/۰۳*	۰/۱۵
	خطای زمان	٤۰۰	٦٦	٦			
	خطای گروه	۷۲۲	۳۳	۲۲			
	زمان	٦٤	۲	۳۲	۱۷/۷۰	۰/۰۰۰۵*	۰/۳۵

Copyright ©The authors

بازداری پاسخ (پاسخ صحیح)	گروه	۷۸	۲	۳۹	٦/۸۷	۰/۰۰۳	۰/۲۹
	زمان* گروه	۱۵/۹۲	٤	٤	۲/۲۰	۰/۰۷	۰/۱۲
	خطای زمان	۱۱۹	٦٦	۱/۸۱			
	خطای گروه	۱۸۸	۳۳	۵/۷۰			

*. معنی‌دار در سطح P<۰/۰۵

با توجه به جدول شماره ۳ یافته‌ها حاکی از معناداری تعامل زمان *گروه، اثر اصلی زمان و گروه در همه متغیرها است، لذا به‌منظور بررسی تغییرات در طول زمان هر یک از گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و برای بررسی محل تفاوت‌های بین گروهی در مراحل مختلف از آزمون تحلیل واریانس یک‌سویه استفاده شد.

بررسی تغییرات درون‌گروهی سه گروه با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که تفاوت معناداری بین مراحل در هر یک از گروه‌های آزمایش وجود دارد. نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی در جدول شماره ٤ محل تفاوت‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ٤. نتایج آزمون بنفرونی در مورد تفاوت بین مراحل زمانی مختلف در گروه‌های آزمایش

متغیر	گروه	مراحل زمانی	مراحل زمانی	تفاوت میانگین	خطای استاندارد	سطح معنی‌داری
توجه پایدار (پاسخ صحیح)	ذهن‌آگاهی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	-۵/٤۱	۰/۹٦	۰/۰۰۰۵*
			پیگیری	-٤/۱۷	۰/۸۱	۰/۰۰۱*
		پس‌آزمون	پیگیری	۱/۲۵	۰/٦۵	۰/۲٤
	تحریک فراجمجمه‌ای	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	-۵/٦۷	۱/۱۰	۰/۰۰۰۵*
			پیگیری	-۱/۱۰	۰/٦۲	۰/۳۲
		پس‌آزمون	پیگیری	٤/۵۸	۰/۸۰	۰/۰۰۰۵*
بازداری پاسخ (پاسخ صحیح)	ذهن‌آگاهی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	-۲/۸۳	۰/٦۸	۰/۰۰۵*
			پیگیری	-۲/۰۰	۰/۵۹	۰/۰۲*
		پس‌آزمون	پیگیری	۰/۸۳	۰/۳۲	۰/۰۷
	تحریک فراجمجمه‌ای	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	-۱/۸۳	۰/۵٦	۰/۰۲*
			پیگیری	-۱/۵۰	۰/٦۲	۰/۱۰
		پس‌آزمون	پیگیری	۰/۳۳	۰/۳۷	۱/۰۰

*. معنی‌دار در سطح P<۰/۰۵

مقایسه بین گروهی گروه‌ها در مراحل مختلف با استفاده از تحلیل واریانس یک‌سویه در مورد متغیر توجه پایدار (پاسخ صحیح)، نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه‌ها در مراحل پس‌آزمون (p=۰/۰۰۲) و پیگیری (p=۰/۰۰۵) وجود دارد. بااین‌حال در پیش‌آزمون تفاوت معنادار نبود (p=۰/٥٤). بررسی محل تفاوت‌ها با استفاده از آزمون تعقیبی توکی نشان داد که در مرحله پس‌آزمون تفاوت معناداری بین گروه‌های آزمایش با گروه کنترل وجود دارد (P<۰/۰۵)، ولی بین دو گروه تفاوت معنادار نیست (P>۰/۰۵). در مرحله پیگیری تفاوت معناداری بین گروه ذهن‌آگاهی با دو گروه دیگر مشاهده شد (p<۰/۰۵)، ولی تفاوت گروه تحریک فراجمجمه‌ای با گروه کنترل معنادار نبود (p>۰/۰۵).

Copyright ©The authors

مقایسه گروه‌ها در مراحل مختلف در خصوص متغیر بازداری پاسخ (پاسخ صحیح)، نشان‌دهنده عدم تفاوت بین گروه‌ها در مرحله پیش‌آزمون (p=۰/۳۶) و تفاوت معنادار در مراحل پس‌آزمون و پیگیری بود (P<۰/۰۵). نتایج آزمون تعقیبی توکی در هر یک از مراحل پس‌آزمون و پیگیری نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین گروه‌های آزمایش با کنترل بود (p<۰/۰۵). بااین‌وجود، بین دو گروه آزمایش تفاوت معناداری دیده نشد (p>۰/۰۵)

بحث و نتیجه‌گیری

هدف کلی پژوهش حاضر بررسی اثربخشی تمرینات ذهن‌آگاهی و تحریک فراجمجمه‌ای بر توجه پایدار و بازداری پاسخ دختران ژیمناست نوجوان با پیگیری یک ماهه بود. نتایج پژوهش نشان داد که تمرینات ذهن‌آگاهی و تحریک فراجمجمه‌ای منجر به بهبود توجه پایدار و بازداری پاسخ شرکت‌کنندگان در مرحله پس‌آزمون شد، هرچند از لحاظ مقایسه بین گروهی تفاوتی مشاهده نگردید. در مرحله پیگیری در متغیر توجه پایدار تنها بین گروه ذهن‌آگاهی با دو گروه فراجمجمه و کنترل تفاوت وجود داشت. در متغیر بازداری پاسخ نیز در هر یک از مراحل پس‌آزمون و پیگیری نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین گروه‌های آزمایش با کنترل بود، بااین‌وجود، بین دو گروه آزمایش تفاوت معناداری دیده نشد. طبق نتایج پژوهش تمرینات ذهن‌آگاهی در بهبود توجه پایدار و بازداری پاسخ در مراحل پس‌آزمون و پیگیری تاثیر داشت. این نتایج با یافته‌های پژوهش ژائو و زنگ (Gao & Zhang, ۲۰۲۳) مبنی بر تأثیر بلافاصله مدیتیشن در بهبود کنترل توجه و کواچ و همکاران (Quach, Mano, & Alexander, ۲۰۱۶) مبنی بر تأثیر آموزش ذهن‌آگاهی بر کارکردهای شناختی همسو است. همچنین هانتر و همکاران (Hunter et al., ۲۰۱۸) و بچمن و همکاران (Bachmann et al., ۲۰۱۸) در پژوهش خود به این نکته اشاره کردند که آموزش ذهن‌آگاهی توانایی‌های شناختی را بهبود می‌بخشد. در تبیین اثربخشی مداخله بر توجه پایدار می‌توان براساس دیدگاه بیشاپ و همکاران (۲۰۰٤) مطرح ساخت که آموزش‌های مبتنی بر ذهن‌آگاهی بر چهار جزء فرعی تنظیم توجه سودمند است: توجه پایدار، بازداری شناختی، پردازش اطلاعات مبتنی بر داده و تغییر توجه/ انعطاف‌پذیری شناختی (mohammadzadeghan, Farid, Chalabianlu Hasratanlo, & Mesrabadi, ۲۰۲۲).

پژوهشگران معتقدند تمرین ذهن‌آگاهی سبب می‌شود که عناصر نگرش‌ها، توجه و قصد هم‌زمان در فرد تقویت شود و بهبود این مؤلفه‌ها به وی اجازه می‌دهد دیدگاهی را در تجربیات رشد دهد که از حالت قضاوتی، عینی و غیرمشروح افکار، احساسات و هیجانات به‌عنوان پدیده‌های گذرا بیرون آید و به سمت تفکراتی غیرقضاوتی و پذیرا پیش رود و انعطاف‌پذیری را در فرآیندهای ذهنی خود حس کند. به‌عبارت‌دیگر، این تغییر باعث می‌شود که شخص بتواند الگوهای عادتی یا حالت‌های ذهنی را شناسایی و قطع نموده و پاسخ‌هایی را آغاز کند که بیشتر منعکس‌کننده باشد تا واکنشی و همین امر به آگاهی کامل از فرآیندهای ذهنی ناکارآمد و معیوب و جایگزین ساختن فرآیندهای ذهنی سالم منجر می‌شود (Ostadian kumar olya & Aghababa, ۲۰۱۶; Quach et al., ۲۰۲۲). در تبیین یافته فوق در بهبود متغیر توجه باید گفت ذهن‌آگاهی را می‌توان توانایی خودتنظیمی توجه و هدایت آن به طرف تکلیف قلمداد نمود که بر این اساس، تنظیم سنجیده توجه، جزء مرکزی ذهن‌آگاهی است، لذا آموزش‌هایی چون ذهن‌آگاهی موجب تقویت و بهبود پیش نیازهای یادگیری همچون کارکردهای اجرایی، توجه و پردازش شناختی می‌گردد. همچنین ذهن‌آگاهی علاوه بر کنترل افکار مزاحم باعث می‌شود که فرد با هشیاری کامل و حضور ذهن بیشتری

Copyright ©The authors

به تکلیف بپردازد (Dolatyar & Walker, ۲۰۲۰; Klee, Colgan, Hanes, & Oken, ۲۰۲۰). به‌علاوه نتایج نشان دهنده بهبود بازداری پاسخ با تمرینات ذهن‌آگاهی بود. در مداخله ذهن‌آگاهی هدف از تأکید بر فرایندهای عالی روانشناختی این است که چگونه افراد به مهار آزادی رفتار افکار و هیجان بپردازند. این مهارگری مستلزم استفاده از نیروهای ذهنی است. در این مداخله افراد یاد می‌گیرد بر توجه پایدار تمرکز کنند و به افراد کمک می‌کند تا تصمیم بگیرند به چه نوع اهداف یا فعالیت‌هایی توجه کرده و رفتارهای مطابق با آن را سازماندهی و برنامه‌ریزی کنند. همچنین می‌توان گفت نتایج پژوهش‌های عصب‌شناختی نیز نشانگر فعالیت قشر پیشانی به هنگام انجام تکالیف مربوط به بازداری است و از آنجا که پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تمرین‌های ذهن‌آگاهی فعالیت قشر پیشانی را تسریع می‌کند، انتظار می‌رود بهبود وضعیت خودآگاهی در افراد صرف‌نظر از میزان توانایی آن‌ها، در بازداری پاسخ به عنوان یک توانایی دسته اول مؤثر باشد (Garland et al., ۲۰۱۹; Sarvarian et al., ۲۰۲۳).

همچنین نتایج نشان دهنده تاثیر تمرینات تحریک فراجمجمه‌ای در بهبود توجه پایدار و بازداری پاسخ در مرحله پس‌آزمون بود، اما نکته جالب توجه برگشت نمرات هر دو متغیر به سطح پیش‌آزمون در مرحله پیگیری بود. یافته‌های این بخش از پژوهش با نتایج مطالعات عموزاده و همکاران (Amouzadeh et al., ۲۰۲٤)، دای و همکاران (Dai et al., ۲۰۲٤) که در مطالعات خود سودمندی تمرینات تحریک فراجمجمه‌ای را در تقویت توجه پایدار، مهار و بازداری پاسخ گزارش کردند، هم‌راستا است. در تبیین احتمالی نتایج این بخش از مطالعه می‌توان گفت تحریک الکتریکی فراجمجمه از طریق تحریک‌پذیری قشر می‌تواند به‌طور معناداری کارکردهای اجرایی افزایش دهد. گروسبرگ بیان می‌کند که قشر پیش‌پیشانی به بسیاری از فرآیندهای شناختی، احساسی و تصمیم‌گیری‌های عالی شناختی کمک نموده و همچنین افکار هدفمند به سمت اهداف ارزشمند را نیز کنترل می‌کند (Grossberg, ۲۰۱۸).

قشر پیش‌پیشانی پشتی جانبی نقش مهمی عملکردهای شناختی دارد که به ناحیه حرکتی اولیه، ناحیه حسی اولیه و غیره متصل می‌شود و عمدتاً در درک و پردازش شناختی، تصمیم‌گیری، پردازش احساسات و برانگیختگی و عملکردهای اجرایی نقش دارد و به همین دلیل به یک هدف مهم در درمان‌های تحریک مغزی تبدیل شده است (Rumpf et al., ۲۰۱۸). پژوهش پلوانیا نشان داد که اعمال تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای مغز در منطقه قشر پیش‌پیشانی خلفی- جانبی سمت چپ باعث تحریک نورون‌های انتقال دهنده‌های عصبی آن منطقه و افزایش دوپامین می‌شود که این امر موجب عملکرد بهتر در کارکردهای اجرایی خواهد شد (Plewnia et al., ۲۰۱۳). برخی محققان اظهار داشته‌اند تحریک الکتریکی مستقیم فراجمجمه‌ای آنودال از طریق افزایش تحریک‌پذیری قشری، باعث تقویت بازداری پاسخ می‌شود. تحریک مستقیم با تغییر تحریک‌پذیری نورون‌ها و جابجایی پتانسیل غشای نورون‌های سطحی در جهت دپلاریزاسیون یا هایپرپلاریزاسیون، باعث شلیک بیشتر یا کمتر سلول‌های مغز گردیده و این به تناسب عملکرد سلول های عصبی زمینه انتقال سریع‌تر پیام‌های عصبی می‌شود (Shamsi Holasu, Tabatabaei, & Azmodeh, ۲۰۲۳). از طرفی مطالعات بالینی نشان می‌دهند که قشر پیش‌پیشانی محل کنترل توجه است، بنابراین دستکاری این منطقه می‌تواند منجر به تحریک و فعالیت بیشتر و در نتیجه بهبود عملکرد تصمیم‌گیری و توجه به‌عنوان یکی پایه‌های اصلی سرعت پردازش اطلاعات گردد (Heeren, De Raedt, Koster, & Philippot, ۲۰۱۳). همچنین تحریک مستقیم فراجمجمه‌ای مغز می‌تواند مستقیماً بر لوب پیشانی تأثیر گذارد و از این طریق نیز ممکن است زمینه بهبود کارکردهای اجرائی مغز را فراهم نماید. با توجه به این‌که ناحیه پیش‌پیشانی مغز مسئول کارکردهای عالی مغز از جمله بازداری

Copyright ©The authors

پاسخ می‌باشد، تحریک الکتریکی می‌تواند باعث تغییر عملکرد در این ناحیه که به علت پتانسیل ساکن غشا به دپلاریزشدن یا هایپرپلاریزه شدن است، گردد. زمان ارسال تحریک آند، جریان الکتریکی باعث دپلاریزاسیون غشا شده و تحریک‌پذیری نورون را افزایش می‌دهد. به‌علاوه هنگام ارسال تحریک منفی، جریان باعث هایپرپلاریزه شدن پتانسیل غشا می‌شود که در نتیجه این تغییرات تحریک‌پذیری نورون باعث کاهش یا افزایش شلیک سلولی و به تبع آن بازداری پاسخ بیشتر می‌گردد (Shamsi ۲۰۱٤; Sokhadze et al., ۲۰۲۳Holasu, Tabatabaei, & Azmodeh,). برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهد تحریک از طریق جریان الکتریکی می‌تواند با تنظیم فاکتورهای نوروتروفیک مشتق از مغز و ناقل‌های غشاء سلولی، ایجاد نوسانات مغزی و القای نوروپلاستیسیته منجر به تغییرات مغزی شده و به طور گسترده برای تغییر فعالیت الکتروفیزیولوژیکی مغز و درنتیجه بهبود بازداری پاسخ و توجه پایدار در ورزشکاران استفاده شود (Amouzadeh et al., ۲۰۲٤).

در تبیین کلی اثربخشی تحریک از طریق جریان الکتریکی می‌توان عنوان نمود که قشر پیش‌پیشانی عملکردهای اجرایی که به عنوان عملکردهای شناختی سطح بالا تعریف می‌شود را میانجیگری می‌کند. این منطقه با شناخت‌های پیچیده مثل توجه انتخابی، حافظه انتخابی، حافظه کاری، حافظه راهبردی، استدلال مفهومی، انتخاب هدف، برنامه‌ریزی، زنجیره‌سازی و نظارت رابطه دارد (Alizadeh, Imani, Nejati, & Fathabadi, ۲۰۱۹). با این حال نتایج با یافته‌های دای و همکاران و داسیلوا و همکاران همخوانی ندارد (da Silva Machado et al., ۲۰۲۱; Dai et al., ۲۰۲٤). از دلایل این ناهمخوانی می‌توان به مدت زمان مداخله، آزمودنی‌ها و نوع تکلیف اشاره کرد. دای و همکاران در پژوهش خود اثرات حاد مداخله تحریک فراجمجمه به بر روی شمشیربازان حرفه‌ای را بررسی کردند و نتیجه مثبتی را بر توجه انتخابی و زمان واکنش گزارش نکردند. همچنین و داسیلوا و همکاران اثر ۲۰ دقیقه تمرینات فراجمجمه را بر عملکرد ورزشی و پاسخ‌های روانی فیزیولوزیک ورزشکاران استقامتی بررسی کردند و اثرات مثبت را مشاهده نکردند.

در تبیین مرحله پیگیری نیز باید عنوان نمود در حالی که به نظر می‌رسد اثرات کوتاه مدت تحریک مستقیم الکتریکی فراجمجمه مغز به تغییرات گذرا در پتانسیل غشاء بستگی دارد، اثرات پس از تحریک نتیجه تغییرات طولانی مدت در قدرت سیناپسی است که می‌تواند اثرات درمان در دوره پیگیری را اثبات نماید. تقویت طولانی مدت بر اساس اصل هبی[1] است که وقتی نورون‌های پیش و پس‌سیناپسی به طور مکرر با هم شلیک می‌شوند، تغییرات متابولیکی رخ می‌دهد که باعث می‌شود شلیک یک نورون در آینده منجر به شلیک نورون دیگر شود (Morya et al., ۲۰۱۹). با این حال نکته جالب توجه این بود که در پژوهش حاضر اثرات تمرینات فراجمجمه در مراحل پیگیری به مقادیر پیش‌آزمون برگشته بود که به‌نظر می‌رسد طول دوره و زمان مداخله در این امر موثر بوده است که نیازمند پژوهش‌های بیشتر است. در نهایت این که تاثیر این تمرینات بر مولفه توجه پایدار و بازداری پاسخ تا حدودی متفاوت بود. باید عنوان کرد که اثر مداخلات احتمالا بر تکالیف کارکردهای اجرایی ممکن است انتخابی باشد و این گونه نیست که اثر مداخلات بر همه مولفه‌ها و فرایندهای کارکردهای اجرایی یکسان باشد و تکالیف شناختی مختلف حساسیت مشابهی در برابر مداخلات ندارند (Mirshekari, Samadi, & Shahi, ۲۰۲٤). از این رو می‌توان تبیین کرد که

[1] Hebbian

Copyright ©The authors

ممکن است نوع مداخله و خاستگاه ذهنی آن منجر به نتیجه حاضر شده باشد. به هر حال برای درک تفاوت در چگونگی کارکرد مداخلات بر توجه پایدار و بازداری پاسخ پژوهش‌های بیشتری نیاز است.

علیرغم نقاط قوت، از جمله مقایسه اثرات همزمان دو نوع تمرین ذهن‌آگاهی و تحریک فراجمجمه بر کارکردهای اجرایی و بررسی اثرات بلندمدت مداخلات (کارایی)، پژوهش حاضر همانند پژوهش‌های دیگر دارای محدودیت‌هایی بود. نمونه آماری پژوهش حاضر ورزشکاران ژیمناست ماهر دختر نوجوان بودند که بصورت دردسترس انتخاب شده و در تعمیم اطلاعات آن‌ها به سایر رشته‌ها و گروه‌های سنی دیگر باید با احتیاط صورت گیرد. ضمن این که اگرچه به آزمودنی‌ها توصیه شد در طی دوره مداخله در فعالیت ورزشی یا مداخله دیگری شرکت نکنند و موارد مرتبط با خواب و تغذیه و ... را مورد توجه قرار دهند، اما کنترل دقیق موارد فوق میسر نبود. اگرچه نتایج نشان می دهد که تحریک فراجمجمه‌ای دارای پتانسیل برای بهبود جنبه‌های عملکرد شناختی یک ورزشکار است، این مساله که چنین پیشرفت‌هایی چقدر به بهبود عملکرد در رقابت منتقل می‌شود یا خیر، بررسی نشد. علاوه بر این با توجه به این‌که حجم نمونه پژوهش کم و صرفا شامل رشته ژیمناستیک بود، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده پژوهش‌هایی با حجم نمونه بیشتر و در رشته‌های دیگر مورد بررسی قرار گیرد. به علاوه پیشنهاد می‌گردد مقایسه با سایر مداخلات جهت پیدا کردن بهترین شیوه جهت افزایش عملکرد ورزشی با بررسی دوره‌های پیگیری طولانی‌تر در پژوهش‌های آتی مدنظر قرار گیرد.

نتایج پژوهش نشان داد که هر دو تمرینات ذهن‌آگاهی و تحریک فراجمجمه‌ای منجر به بهبود توجه پایدار و بازداری پاسخ شرکت‌کنندگان در مرحله پس‌آزمون شد و کارایی برنامه ذهن‌آگاهی بیشتر از تحریک فراجمجمه‌ای بود. در مجموع این‌که می‌توان عنوان کرد برنامه‌های مبتنی بر ذهن‌آگاهی می‌تواند به عنوان راهی مناسب، کم‌هزینه و در دسترس جهت بهبود کارکردهای اجرایی مورد استفاده ورزشکاران قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از کلیه ورزشکاران محترم شرکت‌کننده در پژوهش ابراز می‌نمایند.

Copyright ©The authors Publisher: University of Tabriz

Reference

Alizadeh, G. J., Imani, S., Nejati, V., & Fathabadi, J. (2019). Comparison of the effectiveness of mindfulness-based substance abuse treatment (MBSAT) and transcranial direct current stimulation (tDCS) improve executive functions in adolescents with substance use disorders.

Amouzadeh, f., Bahrami, A., Rostami, R., Moghadam zadeh, A., & Rahimzadeh, M. (2024). Impact of Transcranial Alternating Current Stimulation (tACS) on Response Inhibition and sustained attention in athletes with ADHD. *Sports Psychology*, -. doi:10.48308/mbsp.2023.229379.1172.

Amouzadeh, F., Gharayagh Zandy, H., Moradisabzevar, M., Rostami, R., & Moghadamzadeh, A. (2021). Impact of Transcranial Direct Current Stmulation (tDCS) on the Cognitive flexibility of hyperactive student-athletes. Psychology of Exceptional Individuals, 11(41), 47-75.

Bachmann, K., Lam, A. P., Sörös, P., Kanat, M., Hoxhaj, E., Matthies, S., . . . Thiel, C. M. (2018). Effects of mindfulness and psychoeducation on working memory in adult ADHD: A randomised, controlled fMRI study. *Behaviour research and therapy, 106*, 47-56.

Bühlmayer, L., Birrer, D., Röthlin, P., Faude, O., & Donath, L. (2017). Effects of mindfulness practice on performance-relevant parameters and performance outcomes in sports: A meta-analytical review. *Sports medicine, 47*, 2309-2321.

Chang, Y.-K., Labban, J. D., Gapin, J. I., & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain research, 1453*, 87-101.

Charest, J., & Grandner, M. A. (2022). Sleep and athletic performance: impacts on physical performance, mental performance, injury risk and recovery, and mental health: an update. *Sleep medicine clinics, 17*(2), 263-282.

Da Silva Machado, D. G., Bikson, M., Datta, A., Caparelli-Dáquer, E., Unal, G., Baptista, A. F., . . . Moreira, A. (2021). Acute effect of high-definition and conventional tDCS on exercise performance and psychophysiological responses in endurance athletes: a randomized controlled trial. *Scientific Reports, 11*(1), 13911.

Dai, J., Xiao, Y., Chen, G., Gu, Z., & Xu, K. (2024). Anodal transcranial direct current stimulation enhances response inhibition and attention allocation in fencers. *PeerJ, 12*, e17288.

De Petrillo, L. A., Kaufman, K. A., Glass, C. R., & Arnkoff, D. B. (2009). Mindfulness for long-distance runners: An open trial using Mindful Sport Performance Enhancement (MSPE). *Journal of Clinical Sport Psychology, 3*(4), 357-376.

Dolatyar, K., & Walker, B. R. (2020). Reinforcement sensitivity theory and mindfulness. *Personality and Individual Differences, 163*, 110089.

Edwards, D. J., Cortes, M., Wortman-Jutt, S., Putrino, D., Bikson, M., Thickbroom, G., & Pascual-Leone, A. (2017). Transcranial direct current stimulation and sports performance. *Frontiers in human neuroscience, 11*, 243.

Eriksson, L. J. (2021). *An Exploration of the Behavioral Inhibition System (BIS), Response Inhibition, and Possible Implications in Sports.* Mid Sweden University,

Gallant, S. N. (2016). Mindfulness meditation practice and executive functioning: Breaking down the benefit. *Consciousness and cognition, 40*, 116-130.

Gao, Q., & Zhang, L. (2023). Brief mindfulness meditation intervention improves attentional control of athletes in virtual reality shooting competition: Evidence from fNIRS and eye tracking. *Psychology of Sport and Exercise, 69*, 102477.

Copyright ©The authors Publisher: University of Tabriz

Garland, E. L., Bryan, M. A., Priddy, S. E., Riquino, M. R., Froeliger, B., & Howard, M. O. (2019). Effects of mindfulness-oriented recovery enhancement versus social support on negative affective interference during inhibitory control among opioid-treated chronic pain patients: a pilot mechanistic study. *Annals of behavioral medicine, 53*(10), 865-876.

Göçmen, R., Aktop, A., Pınar, Y., Toktaş, N., & Kristýna Jandačková, V. (2023). The Effect of Heart Rate Variability Biofeedback on Basketball Performance Tests. Applied Psychophysiology and Biofeedback, 48(4), 461-470.

Grossberg, S. (2018). Desirability, availability, credit assignment, category learning, and attention: Cognitive-emotional and working memory dynamics of orbitofrontal, ventrolateral, and dorsolateral prefrontal cortices. *Brain and Neuroscience Advances, 2*, 2398212818772179.

Heeren, A., De Raedt, R., Koster, E. H., & Philippot, P. (2013). The (neuro) cognitive mechanisms behind attention bias modification in anxiety: proposals based on theoretical accounts of attentional bias. *Frontiers in human neuroscience, 7*, 119.

Heilmann, F., Weinberg, H., & Wollny, R. (2022). The impact of practicing open-vs. closed-skill sports on executive functions—A meta-analytic and systematic review with a focus on characteristics of sports. *Brain Sciences, 12*(8), 1071.

Hunter, M. A., Lieberman, G., Coffman, B. A., Trumbo, M. C., Armenta, M. L., Robinson, C. S., . . . Romero, V. (2018). Mindfulness-based training with transcranial direct current stimulation modulates neuronal resource allocation in working memory: A randomized pilot study with a nonequivalent control group. *Heliyon, 4*(7).

Khanjankhani, E., Samadi, H., Ahar, S., & Romero-Naranjo, F. J. (2024). The effect of BAPNE Body Percussion exercises on the balance and the executive functions of DCD children: a preliminary study. *Per Musi, 25*, e242502.

Khorram, M., Sheikh, M., & Samadi, H. (2024). Investigating the Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation on Working Memory and Sports Performance of Teenage Gymnast Girls in Yazd City, Iran. *Middle Eastern Journal of Disability Studies, 14*(0), *72-72.*

Klee, D., Colgan, D. D., Hanes, D., & Oken, B. (2020). The effects of an internet-based mindfulness meditation intervention on electrophysiological markers of attention. *International Journal of Psychophysiology, 158*, 103-113.

Liang, Z., Zhou, J., Jiao, F., Gin, T., Wang, X., Liu, Y., & Lü, J. (2022). Effect of transcranial direct current stimulation on endurance performance in elite female rowers: a pilot, single-blinded study. Brain Sciences, 12(5), 541.

Martin-Niedecken, A. L., Bucher, V., Adcock, M., de Bruin, E. D., & Schättin, A. (2023). Impact of an Exergame intervention on cognitive-motor functions and training experience in Young team sports athletes: a non-randomized controlled trial. Frontiers in Sports and Active Living, 5, 1170783.

Mirshekari, Z., Samadi, H., & Shahi, M. S. (2024). Comparing the Effects of Resistance Training and Aerobic Exercise With Low and Moderate Intensities on Working Memory and Selective Attention of Inactive Young Girls. *Iranian Journal of Health Sciences, 12*(2), 119-130.

Mohammadzadeghan, r., Farid, A., Chalabianlu Hasratanlo, G., & Mesrabadi, J. (2022). Comparison of the Effectiveness of Mindfulness-Based Socio-Emotional Learning Program With/and Without Transcranial Direct Current Stimulation on Sustained Attention and

Copyright ©The authors Publisher: University of Tabriz

Response Inhibition in Students with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Cognitive Psychology Journa*l, 10(2), 1-21.

Morya, E., Monte-Silva, K., Bikson, M., Esmaeilpour, Z., Biazoli, C. E., Fonseca, A., . . . Hausdorff, J. M. (2019). Beyond the target area: an integrative view of tDCS-induced motor cortex modulation in patients and athletes. *Journal of neuroengineering and rehabilitation, 16*, 1-29.

Nosrat, A., Shahabizadeh, F., Hormozi, M. R., & Ahi, Q. (2022). The effectiveness of direct brain stimulation on tDCS combined with mindfulness training on executive functions and depression in children with reading disorders. *medical journal of mashhad university of medical sciences, 65*(1), 399-430. doi:10.22038/mjms.2022.64285.3776.

Onagawa, R., Muraoka, Y., Hagura, N., & Takemi, M. (2022). Neurofeedback training for improving motor performance in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. bioRxiv, 2022-04.

Ostadian kumar olya, a., & Aghababa, A. (2022). Effectiveness of Mindfulness training on Self-efficacy and Fear of Negative Evaluation among female volleyball player students. *Sports Psychology, 14*(1), 17-30. doi:10.48308/mbsp.2021.208041.0

Plewnia, C., Zwissler, B., Längst, I., Maurer, B., Giel, K., & Krüger, R. (2013). Effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on executive functions: influence of COMT Val/Met polymorphism. *Cortex, 49*(7), 1801-1807.

Quach, D., Mano, K. E. J., & Alexander, K. (2016). A randomized controlled trial examining the effect of mindfulness meditation on working memory capacity in adolescents. *Journal of Adolescent Health, 58*(5), 489-496.

Reardon, C. L. (2021). The mental health of athletes: recreational to elite. *Current Sports Medicine Reports, 20*(12), 631-637.

Rumpf, J.-J., Dietrich, S., Stoppe, M., Fricke, C., Weise, D., Then Bergh, F., & Classen, J. (2018). Compromised tDCS-induced facilitation of motor consolidation in patients with multiple sclerosis. *Journal of Neurology, 265*, 2302-2311.

Samadi, H., Sadat Hoseini, F., & Bidaki, R. (2016). The effectiveness of 6-week mindfulness training on shooter's salivary cortisol concentration and sport performance. *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences, 23*(4), 724-731.

Sarvarian, Z., Roshan, R., MohammadReza, M., Farahani, H., & Yaghoubnezhad, S. (2023). The Effectiveness of Child-centered Mindfulness on the Attention and Response Inhibition of Dysgraphia Students. *Iranian Journal of Rehabilitation Research in Nursing, 10*(1), 74-85. doi:10.22034/ijrn.10.1.8

Seidel, O., & Ragert, P. (2019). Effects of transcranial direct current stimulation of primary motor cortex on reaction time and tapping performance: a comparison between athletes and non-athletes. *Frontiers in human neuroscience, 13*, 103.

Seyfaddini Zarandi, E., Mahmoud, S., Bagherzade, F., Moghadas Tabrizi, Y., & Akoochakian, M. (2021). The Effect of Mindfulness Interval and Transcrinal Direct Current Stimulation on Injury Anxiety and Performance in Elite Fencers. *Journal of Applied Psychological Research, 12*(1), 247-263.

Shabahang, A., Abedanzadeh, R., & Ramezanzadeh, H. (2020). The Effect of Transcranial Direct Current Stimulation on the Working Memory. *Sport Psychology Studies, 9*(31), 139-154. doi:10.22089/spsyj.2019.6806.1733

Copyright ©The authors Publisher: University of Tabriz

Shamsi Holasu, M., Tabatabaei, S. M., & Azmodeh, M. (2023). Comparing the Effectiveness of Transcranial Direct Current Stimulation and Cognitive Rehabilitation on the Executive Functions of Children with Autism Spectrum Disorders. *Pajouhan Scientific Journal*, *21*(2), 113-121. doi:10.61186/psj.21.2.113

Slattery, E. J., Ryan, P., Fortune, D. G., & McAvinue, L. P. (2022). Unique and overlapping contributions of sustained attention and working memory to parent and teacher ratings of inattentive behavior. *Child Neuropsychology*, *28*(6), 791-813.

Sokhadze, E. M., El-Baz, A. S., Tasman, A., Sears, L. L., Wang, Y., Lamina, E. V., & Casanova, M. F. (2014). Neuromodulation integrating rTMS and neurofeedback for the treatment of autism spectrum disorder: an exploratory study. *Applied psychophysiology and biofeedback*, *39*, 237-257.

Sosic-Vasic, Z., Kröner, J., Schneider, S., Vasic, N., Spitzer, M., & Streb, J. (2017). The association between parenting behavior and executive functioning in children and young adolescents. *Frontiers in psychology*, *8*, 472.

Zadeh, M. M., Ajilchi, B., Salman, Z., & Kisely, S. (2019). Effect of a mindfulness programme training to prevent the sport injury and improve the performance of semi-professional soccer players. *Australasian Psychiatry*, *27*(6), 589-595.

Copyright ©The authors Publisher: University of Tabriz